

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003193865
PUBLICATION DATE : 09-07-03

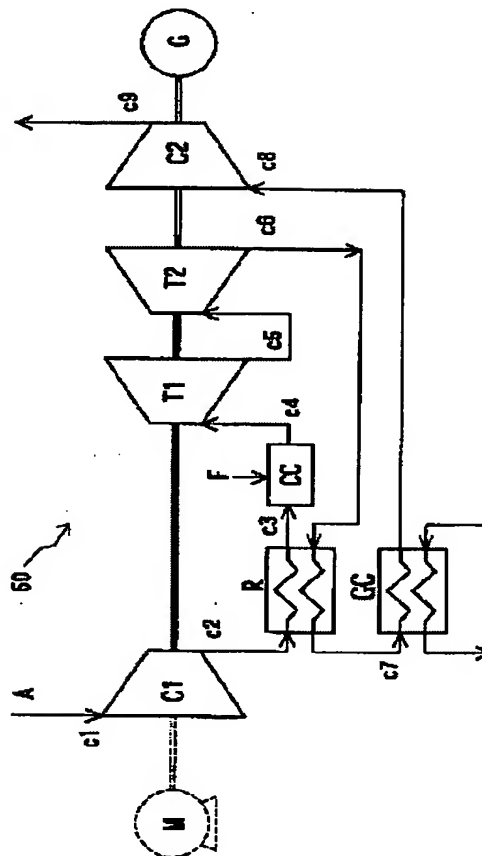
APPLICATION DATE : 27-12-01
APPLICATION NUMBER : 2001396111

APPLICANT : KANSAI TLO KK;

INVENTOR : SUZUKI KENJIRO;

INT.CL. : F02C 7/26 F01K 23/02 F02C 3/10
F02C 6/00 F02C 7/08 F02C 9/00
H01M 8/00

TITLE : GAS TURBINE POWER GENERATION
SYSTEM, GAS TURBINE POWER
SYSTEM, AND STARTING METHOD
THEREFOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas turbine power generation system capable of further improving thermal efficiency when compared with a conventional regenerative microgas turbine.

SOLUTION: In this gas turbine power generation system having an intake compressor, a preheating or combustion device, a turbine, a regenerator, and a generator, a second turbine and a second heat cycle mechanism composed of a pressure restoration compressor are provided together on an exhaust side of the turbine to supply exhaust gas of the turbine to the second turbine and expand its outlet pressure excessively below the atmospheric pressure, then its outlet gas is introduced into the pressure restoration compressor after passing through the regenerator to raise its exhaust pressure up to the vicinity of the atmospheric pressure, discharge it into the atmosphere, and drive the generator. Owing to the configuration, quantity of heat discharged to the outside without being converted to work in the inputted heat energy is reduced, an output is increased, and energy utilization efficiency is improved. Furthermore, if exhaust gas of the second turbine is introduced into the pressure restoration compressor after passing through the regenerator and a gas cooling device in the second heat cycle mechanism, an output is increased and thermal efficiency is improved further.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-193865

(P2003-193865A)

(43) 公開日 平成15年7月9日 (2003.7.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
F 0 2 C 7/26		F 0 2 C 7/26	E 3 G 0 8 1
			D
F 0 1 K 23/02		F 0 1 K 23/02	Z
F 0 2 C 3/10		F 0 2 C 3/10	
6/00		6/00	E
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-396111(P2001-396111)

(22) 出願日 平成13年12月27日 (2001.12.27)

(71) 出願人 899000046

関西ティー・エル・オー株式会社

京都府京都市下京区中堂寺栗田町93番地

(72) 発明者 手島 清美

岡山県岡山市当新1894番地の28

(72) 発明者 鈴木 健二郎

京都府京都市左京区吉田本町 (番地なし)

京都大学内

(74) 代理人 100068032

弁理士 武石 靖彦 (外2名)

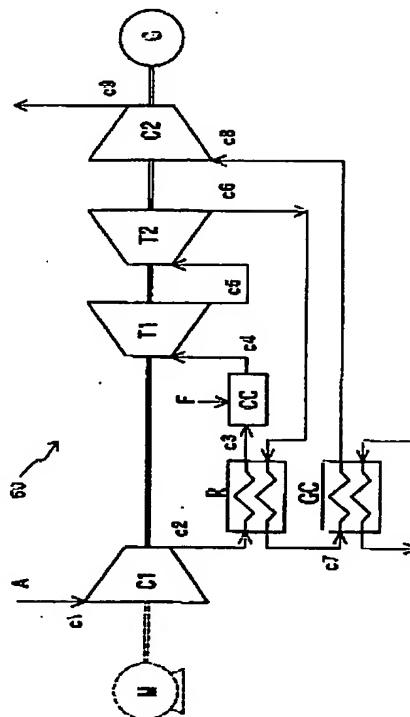
Fターム(参考) 3G081 BA11 BA20 DA22

(54) 【発明の名称】 ガスタービン発電システム及びガスタービン動力システムおよびその起動方法

(57) 【要約】

【課題】 従来の再生式マイクロガスタービンと比較して更なる熱効率の向上を図ったガスタービン発電システムを提供する。

【解決手段】 吸気圧縮機、予熱又は燃焼装置、タービン、再生器及び発電機を有するガスタービン発電システムにおいて、タービンの排気側に第2のタービンと復圧圧縮機からなる第2の熱サイクル機構を併設し、タービンの排ガスを第2のタービンに供給しその出口圧を大気圧以下迄過膨張させた後、この出口ガスを再生器を介した後復圧圧縮機に導入してその排出圧力を大気圧付近まで上昇させて大気中に放出させると共に発電機を駆動する。上記構成により入力された熱エネルギーの内仕事に変換されずに外部へ放出される熱量を少なくし、出力増大させると共にエネルギー利用効率を改善する。更に第2の熱サイクル機構において第2のタービンの排ガスを再生器とガス冷却器を介した後復圧圧縮機に導けば更なる出力増大と熱効率向上が図られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 大気を吸入圧縮する吸気圧縮機と、この吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を燃料ガスと混合して予熱または燃焼させる装置（以下燃焼器という）と、この燃焼器からの高温高压ガスで駆動されるタービンとを備え、タービンの排ガスを再生器を介して前記吸気圧縮機の出口空気と熱交換して、これを冷却し低温排ガスとして大気中に放出させるガスタービンシステムにおいて、

前記タービン（以下第1のタービンという）の排気側に、第2のタービン（以下過膨張タービンという）と復圧圧縮機からなる第2の熱サイクル機構を併設し、前記第1のタービンの排ガスを第2のタービンに供給しその出口圧を大気圧以下まで過膨張させたのち、この出口ガスを復圧圧縮機に導入してその排出圧力を大気圧付近まで上昇させて大気中に放出させるとともに、前記第1及び第2のタービンの一方または双方の出力によって発電機を駆動することを特徴とするガスタービン発電システム。

【請求項2】 前記吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を再生器を介して燃焼器に導くとともに、過膨張タービンの排ガスを前記再生器に導き、過膨張された排ガスと吸気圧縮機の出口空気との間で熱交換したのち、この排ガスを冷却器を通して更に冷却したのち復圧圧縮機に導くことを特徴とする請求項1に記載のガスタービン発電システム。

【請求項3】 空気極と燃料極からなる燃料電池と、空気予熱器とを併せ備え、前記吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を空気予熱器を通して燃料電池の空気極に供給し、その出口ガスを助燃ガスと混合して燃焼させたのち第1のタービンに導くことを特徴とする燃料電池を併用してなる請求項1または2に記載のガスタービン発電システム。

【請求項4】 前記燃料電池の燃料極に、吸気圧縮された空気を燃焼させるための燃料ガスと同種の燃料を導入し、燃料極からの排出ガスによって第1のタービンへの給気を燃焼させることを特徴とする請求項3に記載のガスタービン発電システム。

【請求項5】 過膨張タービンと復圧圧縮機からなる第2の熱サイクル機構を過給機をもって構成してなる請求項1乃至4の何れかに記載のガスタービン発電システム。

【請求項6】 過膨張タービンと復圧圧縮機からなる第2の熱サイクル機構を、前記第1のタービンの回転軸とは別の第2の回転軸に設置してなる請求項1乃至5の何れかに記載のガスタービン発電システム。

【請求項7】 第1のタービンと過膨張タービンとの接続流路に再燃器を設置し、第1のタービンの出口排ガスを再度燃焼させたのち過膨張タービンへ供給することを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載のガスタービン

発電システム。

【請求項8】 大気を吸入圧縮する吸気圧縮機と、この吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を燃料ガスと混合して予熱または燃焼させる装置（以下燃焼器という）と、この燃焼器からの高温高压ガスで駆動されるタービンとを備え、タービンの排ガスを再生器を介して前記吸気圧縮機の出口空気と熱交換して、これを冷却し低温排ガスとして大気中に放出させるガスタービンシステムにおいて、

前記タービン（以下第1のタービンという）の排気側に、第2のタービン（以下過膨張タービンという）と復圧圧縮機からなる第2の熱サイクル機構を併設し、前記第1のタービンの排ガスを第2のタービンに供給しその出口圧を大気圧以下まで過膨張させたのち、この出口ガスを復圧圧縮機に導入しその排出圧力を大気圧付近まで上昇させて大気中に放出させるとともに、前記第1及び第2のタービンの一方または双方の出力軸から動力を取り出すことを特徴とするガスタービン動力システム。

【請求項9】 前記吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を再生器を介して燃焼器に導くとともに、過膨張タービンの排ガスを前記再生器に導き、過膨張された排ガスと吸気圧縮機の出口空気との間で熱交換したのち、この排ガスを冷却器を通して更に冷却して復圧圧縮機に導くことを特徴とする請求項8に記載のガスタービン動力システム。

【請求項10】 過膨張タービンと復圧圧縮機からなる第2の熱サイクル機構を過給機をもって構成してなる請求項8または9に記載のガスタービン動力システム。

【請求項11】 過膨張タービンと復圧圧縮機からなる第2の熱サイクル機構を、前記第1のタービンの回転軸とは別の第2の回転軸に設置してなる請求項8乃至10の何れかに記載のガスタービン動力システム。

【請求項12】 第1のタービンと過膨張タービンとの接続流路に再燃器を設置し、第1のタービンの出口排ガスを再度燃焼させたのち過膨張タービンへ供給することを特徴とする請求項8乃至11の何れかに記載のガスタービン動力システム。

【請求項13】 大気を吸入圧縮する吸気圧縮機と、この吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を燃料ガスと混合して予熱または燃焼させる装置（以下燃焼器という）と、この燃焼器からの高温高压ガスで駆動されるタービンと、このタービンの排気側に接続され電動発電機を駆動する過膨張タービンと、この過膨張タービンの排ガスを再度圧縮する復圧圧縮機と、この復圧圧縮機の入口側流路に外気を直接取り入れるための補助吸気弁とを備えたガスタービン発電システムを起動する方法であって、

a) まず補助吸気弁を開いた状態で、電動発電機に電力を供給し吸気圧縮機及びタービンを電動で始動する工程、

- b) タービン軸の回転速度が上昇するに従って増大する吸気圧縮機の吸気量とその出口圧力の上昇を監視する工程、
- c) この出口圧力が所定値に達したとき、燃焼器に燃料を投入して着火する工程、
- d) 燃料を徐々に増量して定格回転に達するまで燃料を増やす工程、
- e) 徐々に補助吸気弁を閉じ、復圧圧縮機の入口圧が徐々に負圧になることによってタービン軸に動力が発生し、電動発電機がモーターから発電機へと移行していく状況を監視する工程、
- f) この状態から更に燃料を投入し、投入燃料量に応じて発電出力を増加させ、最終的に定格出力にもたらし工程を経て定常運転状態に到達させることを特徴とするガスタービン発電システムの起動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガスタービン発電システム、特に、再生式マイクロガスタービン発電システムの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来型の電力政策は、大型火力発電装置や原子力発電装置などの大規模な発電装置をコアとする集中型発電システムが主流であったが、近年における電力需要の増加に対応するため、電力の必要な各場所にマイクロガスタービン（ガスタービンを小型化したもの。およそ300kW以下の定格出力を有するものを総称してこう呼んでいる。）による発電装置を設置して電力供給を行う分散型発電システムが実施されつつある。

【0003】このマイクロガスタービンによる発電システムは、発電コストが低廉なことから、さらなる普及が期待される技術分野である。現在、マイクロガスタービンの多くは、その熱効率を向上させるためタービン排ガスで燃焼用空気を予熱する再生式ガスタービンサイクルを採用している。

【0004】ここで従来例のガスタービンによる発電装置を添付図面に基づいて説明をする。まず、図1はガスタービンの構成略図を示す。吸気圧縮機Cで吸気された空気a1（およそ15℃、100kPa。以下同様）は圧縮されて高圧空気a2（約150℃、300kPa）になり、この空気a2は再生器Rに導かれて温度上昇し、この温度上昇した空気a3（約700℃、300kPa）は燃焼器CCに導かれ、燃料源から投入された燃料がこの空気a3と混合して燃焼することにより高温高圧ガスa4（約1000℃、290kPa）となる。このガスa4は膨張タービンTに導かれて、その熱エネルギーをブレードの運動エネルギー（回転）に変換して膨張し、低圧（略大気圧）になった排ガスa5（約800℃、100kPa）は再生器Rに導かれる。この再生器Rに導かれたガスa5の排熱は空気a2の温度上昇に利用され、大気a6（約280℃、100kPa）に排出される。こ

の場合、膨張タービンTの出力軸に連結される発電機Gは、概ね膨張タービン（T）出力から吸気圧縮機（C）入力を差し引いた量の入力を受け、これを電気エネルギーに変換することになる。次に、図2はT-S線図を示す。縦軸Tは温度を示し、横軸Sはエントロピーを示すものであって、上記した空気a1、a2、a3及びガスa4、a5、a6の温度とエントロピーの状態をプロットして実線で結んだもので、これらの線分で囲んだ面積が仕事量となる。

【0005】次に、ガスタービン機関と燃料電池とを併せ用いたガスタービン発電システムの別の従来例について図3及び図4に基づいて説明をする。図3はその構成略図であり、また図4はそのT-S線図である。ただし、T-S線図によっては燃料電池の部分は表現できないため、図4はガスタービン部のT-S線図のみを示している。吸気圧縮機Cで吸気された空気b1は圧縮されて高圧空気b2になり、この空気b2は再生器Rに導かれて温度上昇して空気b3になる。この空気b3を空気加熱器（空気予熱器AH）に導き、燃料を投入して加熱することにより約1000℃の高温空気b4として排出する。この高温空気b4を燃料電池FCの空気極側に導き、燃料極側には水素等の燃料F2を導入する。そして、空気b4中の酸素と、燃料F2中の水素との化学反応を利用して直流電流を発生させる。この直流電流は交流に変換して利用しても良い。この燃料電池FCから排出された高温空気b5は、未だ未燃焼燃料を含むため、これを燃焼器CCに導いて完全燃焼させたその燃焼ガスb6を膨張タービンTに導く。膨張タービンTで燃焼ガスb6は膨張して低圧（略大気圧）の排ガスb7となり、この排ガスb7は再生器Rに導かれ、空気b2の温度上昇に利用される。この場合、燃料電池FCによる電気出力と膨張タービンTに直結された発電機Gの電気出力の合計が電気出力となり、ガスタービン単独で発電システムを構成した場合に比べてより多くの電気出力が得られる。

【0006】しかしながら、上記のガスタービン機関におけるエネルギー変換効率は現状ではまだ十分に高いとは言えず、今後さらなる普及を図るに当たってはこれを引き上げることが欠かせない技術課題となっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従って本発明の課題は、従来の再生式マイクロガスタービンと比較してさらなる熱効率の向上を図ったガスタービン発電システムを提供することにある。本発明者らは、再生式ガスタービン機関において、膨張タービンの排気を大気圧以下の圧力になるまで過膨張させ、それによって得られた排気を冷却した後、再び大気圧近傍まで別の圧縮機を用いて圧縮してから大気中に放出するという一連の工程を付加することにより、ガスタービン機関から機械的な仕事に変換されることなく外部に放出されて行く熱量を減少させ

ることができ、ガスタービン機関の燃費と比出力を向上させることが可能となることを見出し、本発明を完成した。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明のガスタービン発電システムは、大気を吸入圧縮する吸気圧縮機と、この吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を燃料ガスと混合して予熱または燃焼させる装置（以下燃焼器という）と、この燃焼器からの高温高压ガスで駆動されるタービンとを備え、タービンの排ガスを再生器を介して前記吸気圧縮機の出口空気と熱交換して、これを冷却し低温排ガスとして大気中に放出させるガスタービンシステムにおいて、前記タービン（以下第1のタービンという）の排気側に、第2のタービン（以下過膨張タービンという）と復圧圧縮機からなる第2の熱サイクル機構を併設し、前記第1のタービンの排ガスを第2のタービンに供給しその出口圧を大気圧以下まで過膨張させたのち、この出口ガスを復圧圧縮機に導入してその排出圧力を大気圧付近まで上昇させて大気中に放出させるとともに、前記第1及び第2のタービンの一方または双方の出力によって発電機を駆動することを特徴とするものである。さらに、前記吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を再生器を介して燃焼器に導くとともに、過膨張タービンの排ガスを前記再生器に導き、過膨張された排ガスと吸気圧縮機の出口空気との間で熱交換したのち、この排ガスを冷却器を通して更に冷却したのち復圧圧縮機に導くようにすることで、本発明のガスタービン発電システムの出力増大、及び熱効率のさらなる向上を図ることが可能となる。

【0009】このような、本発明の第2の熱サイクル機構による過膨張・復圧圧縮工程を付加したガスタービンサイクルは、従来の再生式ガスタービンサイクルと比較して、入力された熱エネルギーの内、仕事に変換されることなく外部へ放出されて行く熱量が少なくなるのでエネルギー利用効率を改善できると同時に、電気出力をより多く取り出すことができる。またさらに、水素燃料を使用した場合には二酸化炭素排出量はゼロとなる。また構成主要機器は圧縮機、タービン、燃焼器、熱交換器及び発電機であって、特別な技術や機器を必要とすること無く簡便にシステムを構成することが可能である。加えて本発明のガスタービン発電システムは、燃料電池と簡単に組み合わせることが可能であって、さらなるエネルギー利用効率の向上を図ることが可能となる。

【0010】さらに本発明のガスタービン発電システムをマイクロガスタービン発電システムへ適用することを考慮すれば、①前記ガスタービン発電システムからの軸出力を300kW以下、②前記吸気圧縮機の吸入流量を3.0kg/sec以下、とし、また③前記吸気圧縮機の圧力比を2.0乃至5.0の範囲とし、④前記ガスタービン発電システムのタービン部が第1のタービン（通常の膨張タービン

部）と第2のタービン（過膨張タービン部）からなる場合において前記第2タービンの圧力比を1.5乃至2.0の範囲とするか、又は⑤タービン全体（第1のタービンと第2のタービン）の最大圧力と最小圧力との比を3.0乃至10.0の範囲とすることが好ましい。このように構成することで本発明のガスタービン発電システムは、入口側タービン（第1のタービン）の圧力比、過膨張タービン（第2のタービン）の圧力比がともに小さいので、特別な耐圧構造や機密構造をとる必要がなく、経済的な設計が可能となる。さらに、吸気流量が少なく、過膨張タービンの圧力比が小さいことは容積流量の最大値も小さいことを意味しており、低压側の機器を2ケーシングに分割する必要がなく、コンパクトな設計を実現できる。

【0011】又上述の特徴を有する本発明のガスタービン発電システムの起動方法としては、大気を吸入圧縮する吸気圧縮機と、この吸気圧縮機を介して取り込まれた圧縮空気を燃料ガスと混合して予熱または燃焼させる装置（以下燃焼器という）と、この燃焼器からの高温高压ガスで駆動されるタービンと、このタービンの排気側に接続され電動発電機を駆動する過膨張タービンと、この過膨張タービンの排ガスを再度圧縮する復圧圧縮機と、この復圧圧縮機の入口側流路に外気を直接取り入れるための補助吸気弁とを備えたガスタービン発電システムを起動する方法であって、

- a) まず補助吸気弁を開いた状態で、電動発電機に電力を供給し吸気圧縮機及びタービンを電動で始動する工程、
- b) タービン軸の回転速度が上昇するに従って増大する吸気圧縮機の吸気量とその出口圧力の上昇を監視する工程、
- c) この出口圧力が所定値に達したとき、燃焼器に燃料を投入して着火する工程、
- d) 燃料を徐々に増量して定格回転に達するまで燃料を増やす工程、
- e) 徐々に補助吸気弁を閉じ、復圧圧縮機の入口圧が徐々に負圧になることによってタービン軸に動力が発生し、電動発電機がモーターから発電機へと移行していく状況を監視する工程、
- f) この状態から更に燃料を投入し、投入燃料量に応じて発電出力を増加させ、最終的に定格出力にもたらし工程、を経て定常運転状態に到達させるようにしたことを特徴とするものである。

【0012】このように、本発明のガスタービンシステムは熱効率が高く、従来のガスタービンシステムより軸駆動力を多く取り出せるため、動力システムとしても有用である。従って、第2の熱サイクル機構を併設した本発明のガスタービン発電システムにおいて、発電機に代え、また発電機と共に、出力タービンの軸端にプロペラ等の回転機械負荷を接続して第1及び第2のタービンの一方または双方から動力を取り出すようにすれば、本発

明のガスタービンシステムを発電用途以外にも使用し得るガスタービン動力システムとして活用できる。さらに前記第2の熱サイクル機構において、過膨張タービンの排ガスを再生器とガス冷却器を介して冷却したのち復圧圧縮機に導くようにすることで、このガスタービン動力システムの出力増大と、熱効率のさらなる向上を図ることが可能となる。尚本発明は上記構成に限定されず、上記構成に基づくさらなる別の構成並びにそれに対応した起動方法をも、それぞれ特徴とするものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施するに当たり好適なガスタービン発電システムの構成例を、図面を参照しながら順に示して説明する。

【0014】第1実施形態

図5は、本発明のガスタービン発電システムの一実施形態を示すものである。この図は本発明によるガスタービン発電システムの構成略図であり、また図6はそのT-S線図である。本実施例においてガスタービン発電システム50は吸気圧縮機C1、再生器R、燃焼器CC、膨張タービンT1、過膨張タービンT2、ガス冷却器GC、復圧圧縮機C2及び電動発電機Gとからなる。以下において、膨張タービンT1及び過膨張タービンT2を経る行う膨張を、単一のタービンによって行っても良く、この場合であっても作動原理は同様である。また、電動発電機Gは高周波電力を取扱い得るものであればよい。また電動発電機Gは通常の発電機単独のものとし、初期駆動を吸気圧縮機C1に直結した電動機Mまたは他の適当な起動装置で行っても良い(図5に破線で示す)。次に、上記構成からなる本実施形態のガスタービン発電システムの作動原理を説明する。吸気c1(およそ15°C、100kPa。以下同様)は吸気圧縮機C1において圧縮されて高圧空気c2(約130°C、250kPa)となり再生器Rの空気側に入って排気ガスと熱交換して温度が上昇する(空気c3、約700°C、250kPa)。その後燃焼器CCに入り、燃焼器では投入された燃料Fが空気と混合されて燃焼し、燃焼器CCを出た排ガスは高温 高圧ガスc4(約1000°C、240kPa)となって膨張タービンT1に導かれる。膨張タービンで燃焼ガスは膨張して低圧(略大気圧)の排ガスc5(約830°C、100kPa)となる。排ガスc5はさらに過膨張タービンT2に導かれて大気圧以下の圧力になるまで過膨張される(排ガスc6、約750°C、68kPa)。この時、燃焼器出口(c4)から過膨張タービン出口(c6)までの膨張比を小さく設定すれば過膨張タービン出口(c6)の排気温度が大幅に低下しない状態で再生器Rに入る。また燃焼器出口(c4)から過膨張タービン出口(c6)までの膨張を単一のタービンで行うこともできる。再生器Rで排ガスc6は吸気圧縮機出口空気(c2)と熱交換してさらに温度が下がる(排気c7、約200°C、67kPa)。再生器を出たガスc7はガス冷却器GCに入りさらに大気温度に近付けるように冷却されて復圧圧縮機C2に入る(排気c8、約35°C、66kPa)。次いで復圧

圧縮機によって大気圧まで圧縮された後、大気に放たれる(排気c9、約85°C、100kPa)。尚ガス冷却器の伝熱面積を大きくすれば排気c8の排ガス温度を常温近くまで下げることが可能である。さらに、より低温の冷媒を使用することによって排気c9の排ガス温度を常温付近まで下げることが可能である。この時の電気出力は概ねタービン出力(T1とT2の和)から圧縮機入力(C1とC2の和)を引いた差として取り出される。

【0015】図6は、図5に対応したT-S線図を示している。縦軸Tは温度を示し、横軸Sはエントロピーを示している。この図は、上記した空気(ガス)の温度及びエントロピーの状態をプロットして実線で結んだものであって、これらの線で囲んだ全体面積が仕事量となるため、面積が大きい程発電電力量も多くなる。従来例である図2と比較すれば、与えた熱量は同じながら、仕事に変換されずに放出される熱量が低減されており、本発明のガスタービン機関はエネルギー利用効率が向上していることがわかる。

【0016】続いて、本実施形態のガスタービン発電システムの特性について説明する。本実施形態に関する特性計算を行った結果の一例を図7及び図8に示す。本発明はいわゆるマイクロガスタービンシステムとしての適用を想定しており、以下の計算例についても数kWから数十kW程度の定格出力を有するマイクロガスタービンシステムを構成した場合を想定して計算を行った。図7は発電効率を、図8は比出力を示す。図中の30(四角プロット)は本発明によるガスタービン発電システム、31(丸プロット)は従来技術によるガスタービン発電システムの特性を示している。尚従来技術との比較のため、計算条件は以下のように揃えてある。さらに復圧圧縮機の圧力比は1.5とした。

【0017】

【表1】

計算に使用したパラメータ

使用燃料		メタン
タービン(T1)入口温度		1,000°C
吸気圧縮機断熱効率 η_{c1}		75%
復圧圧縮機断熱効率 η_{c2}		75%
タービン断熱効率 η_{T1}		75%
過膨張タービン断熱効率 η_{T2}		75%
再生器温度効率 η_R		90%
燃焼器圧縮率 ϵ_c		3%
再生器圧縮率	空気側 ϵ_{RA}	2%
	ガス側 ϵ_{RG}	1%
ガス冷却器温度効率 η_{GC}		90%
燃焼効率 η_m		95%
高周波発電機効率 η_{GEN}		98%
インバータの変換効率 η_{INV}		95%

【0018】このような条件で計算を行った結果、本発明のガスタービン発電システムの発電効率は圧力比が2.5において最大効率を示し約32-33%である。最大比出力は圧力比4で約135kJ/kgであり、圧力比2.5では約125kJ/kgである。これを図中の従来技術と比較すると、最大効率を示す圧力比のところで比較すると発電効率が約5ポイント上回っており、比出力では約30kJ/kg上回っていることになる。

【0019】第2実施形態

図9は、ガスタービン機関と燃料電池とを併せ用いて本発明のガスタービン発電システムを構成した場合の好適な実施形態を示すものである。この図は本発明によるガスタービン発電システムの構成略図であり、また図10はそのT-S線図である。ただし、従来例で示した通り、図10はガスタービン部のT-S線図のみを表わすものである。本実施形態においてガスタービン発電システム50は吸気圧縮機C1、再生器R、空気予熱器AH、燃料電池FC、燃焼器CC、膨張タービンT1、過膨張タービンT2、ガス冷却器GC、復圧圧縮機C2及び電動発電機Gとからなる。燃料電池FCは、空気極Caに通じられる作動気体が高温・高圧である点を考慮すれば、加圧型燃料電池であることが好ましい。また、この加圧型燃料電池としては、固体電解質型や熔融炭酸塩型のものを用いることが好ましい。尚、燃料電池の空気極及び燃料極のそれぞれに入力される作動気体の入り口圧力および温度は、略同一であることが好ましい。又燃料の予熱には燃料予熱器(H)を用いることが適当である。以下の実施形態等についても同様である。次に、上記構成からなる本実施形態のガスタービン発電システムの作動原理を説明する。吸気d1は吸気圧縮機C1において圧縮されて高圧空気d2となり再生器Rに入って、後述する過膨張タービンT2からの排出ガスd8と熱交換して温度が上

昇する(排気d3)。しかる後排気d3を空気加熱器(空気予熱器AH)に導いて燃料F1を導入して約1,000°Cの高温空気とし、これを燃料電池FCの空気極側Caに導く(排気d4)。一方、燃料電池の燃料極側Anでは、燃料予熱器Hを用いて略同温度に予熱された水素などの燃料F2が投入され、これらが燃料電池内で化学反応を起こして直流電流を発生させる。通常はこれをインバータINVにより商用周波数の交流へと変換して利用する。尚、燃料F1乃至F3は同一のもので、燃料電池との親和性を考えればメタン系燃料、或いは水素系燃料が好ましい。ただし、メタン系燃料の場合には燃料改質器が必要である。さらに、燃料電池は発熱反応であるため、これを冷却する必要がある。この冷却熱を用いて再生器Rを出たd3の空気をさらに予熱すれば予熱燃料F1の低減に役立てることができ。燃料電池を出たガスd5には、10-20%の未燃焼燃料が含まれている。これを燃焼器CCに導き、未燃燃料を完全燃焼させるために要すれば若干量の補助燃料F3を追加してこれらを完全燃焼させ、その排ガスを膨張タービンT1に導く(排気d6)。燃焼ガスd6は膨張タービンT1で膨張して低圧(略大気圧)の排ガスd7となり、さらに過膨張タービンT2で大気圧以下の圧力になるまで過膨張した後再生器Rへ導かれる(排気d8)。排気d8は圧縮機出口空気d2と熱交換してさらに温度が下がる(排気d9)。これをさらにガス冷却器GCに導いて大気温度に近付くように冷却して排気d10とした後復圧圧縮機C2により大気圧近くまで圧縮して大気へ放出させる(排気d11)。

【0020】図10は、図9に対応したT-S線図を示す。第1実施形態と類似の形で示した。図4に示す従来例のT-S線図と同じく、図9はガスタービン部のT-S線図のみを示している。従って、このT-S線図の面積のみではシステム全体の総発電量は表現できないが、燃料電池の発電量が加わるため総発電量は増大している。

【0021】続いて、本実施形態のガスタービン発電システムの特性について説明する。本実施形態についても、第1実施形態と同様の特性計算を行った。計算に用いたパラメータについては上述の第1実施形態と同様の値を用いている。ただし本実施形態では燃料電池を併用しているため、燃料は水素とし、改質器を必要としないシステム構成を考慮して計算を行った。その結果、本実施形態のガスタービン発電システムによれば発電効率は圧力比が4.0において最大効率を示し約60%である。最大比出力は圧力比4.0で約670kJ/kgであり、また圧力比2.5では約530kJ/kgである。これを従来技術と比較すれば発電効率が約2ポイント上回っており比出力では約200kJ/kg上回っていることになる。

【0022】第3実施形態

またさらなる熱効率の向上を図ったガスタービンサイクルとして、燃焼器CCを外して膨張タービンT1と過膨張タービンT2の間に再燃器RHを設置すると、再熱再生中間

冷却サイクルが実現し、さらなるエネルギー利用効率向上を図ることが可能となる。その構成略図とT-S線図を図11及び図12に示す。ここでは燃料電池を併せ用いた第2実施形態のシステムに再燃器を導入した場合を示している。尚本実施形態の作動原理につき、上記した第2実施形態と相違する部分を説明する。この実施形態では、燃料電池FCの空気極Caの出口ガスe5を燃料極Anから出た燃料とともに膨張タービンT1に導入する。膨張タービン(T1)出口では膨張して低圧(略大気圧)になった排ガスe6が排出される。このガスe6を再燃器RHに導入し、燃料F3を混入して燃焼することによって再び昇温させた高温高圧ガスe7を過膨張タービンT2に導く。

【0023】なお、再燃器RHを設置する圧力ポイントについては、通常、膨張タービン(T1)入口温度と過膨張タービン(T2)入口温度は略同一されるが、この場合において膨張タービンT1の圧力比と過膨張タービンT2の圧力比の積の平方根となるポイントに選択されることが好ましい。このとき、発電効率は最大となる。

【0024】図12は、図11に対応したT-S線図を示す。このようにガスe6を再び加熱する再熱工程を組み込むことによって、本実施形態においてはガスタービン発電システムを再熱・再生・中間冷却サイクルを用いて運転でき、エネルギー効率の優れたガスタービンとすることが可能となる。また、再燃器RHの出口温度を変えることによって、ガスタービン側の負荷調整を容易に出来ると言う特徴がある。

【0025】このように、本発明による過膨張・復圧圧縮工程を付加したガスタービンサイクルにおいては、従来の再生式ガスタービンサイクルと比較して仕事に変換されずに放出される熱量を削減できるのでエネルギー利用効率を高めることができる。T-S線図で見た場合、本発明のガスタービンサイクルでは大気圧以下の領域で作動する範囲が新たに得られ、この部分が従来のガスタービンサイクルと比較して利得となっていることが分かる。以下、本発明のガスタービン発電システムを具体的に実用に供するに当たり、発電システムの起動方法、補機・付帯設備、ガスタービン発電システムのさらなる別の構成例、また発電装置でなく機械駆動用動力源として使用する場合の構成例、および燃料電池の別の適用例に関する好ましい実施例について、順に例示しつつ説明する。

【0026】

【実施例】まず、本発明のガスタービン発電システムの起動方法について説明する。尚本発明のガスタービン発電システムは再生器を使用しており、起動時にはこれをバイパスさせた方が熱容量の大きな箇所を通過しなくて済むため起動を短時間で行うことが出来るのは明らかである。

【0027】実施例1

第1実施形態の起動方法

図13及び図14は、上述した第1実施形態による本発明のガスタービン発電システムを起動するための一構成例を示している。これらはそれぞれ、図5に示すガスタービン発電システムの起動に用いる為の弁等を適宜追加して描き示したものである。

【0028】実施例1-1

以下では、第1実施形態に示したガスタービン発電システムの起動方法の一例につき図13に沿って説明する。本実施例は、ガス冷却器GCと復圧圧縮機(C2)入口をつなぐガス用配管の中間に外気を直接吸入し得るよう補助吸気弁V1を設置したものである。起動時はV1は開としておく。本実施例はシステム構造が簡単になる利点があるので急速起動 急速負荷取りを必要としない場合には有用である。起動時には電動発電機Gが起動用モーターとして作動する。以下の各実施例においても同様である。本実施例によるガスタービン発電システムの起動は次の手順に沿って行われる。①まず、V1は開としておき、タービン軸と同軸連結された電動発電機Gを起動モーターとして用いてこれを起動する。②回転速度が上昇するにしたがって、吸気圧縮機C1の吸気量と出口圧力が上昇する。③吸気圧縮機の出口圧力が所望の圧力に達したところで、燃焼器に燃料を投入し着火する。④燃料を徐々に増量してゆき、定格回転数に達するまで、燃料を増やす。⑤その後、徐々にV1を閉じてゆくと復圧圧縮機(C2)入口c8の圧力が徐々に負圧になることによってタービン-圧縮機系が機械的出力を生じることにより、電動発電機がモーターから発電機へと移行してゆく。⑥この状態からさらに燃料を投入し、投入燃料量に応じて発電出力を増加させ、最終的に定格出力を得ることが出来る。

【0029】実施例1-2

上記した起動方法では、構成は簡単なが、起動時も作動ガスが熱容量の大きい再生器を通過するので、起動に要する時間が長い可能性がある。そこで、次の図14に示すような起動方法によれば、起動に要する時間を短縮することができる。本実施例においては、ガス冷却器GCと復圧圧縮機(C2)入口をつなぐガス用配管の中間に外気を直接吸入し得るよう補助吸気弁V1を設置するとともに、再生器Rをバイパスするように吸気圧縮機(C1)出口c2と燃焼器(CC)入口c3との間に空気配管BP1を設け、そこに流量調節弁V2を設置する。また、空気配管BP1が分岐した後再生器(R)入口に至るまでの主配管M1に流量調節弁V3を設置する。起動時にはV1及びV2は開、またV3は閉としておく。このような構成を用いた起動方法によれば、起動時には作動ガスが熱容量の大きい再生器をバイパスするので、起動時間を短縮することができる。本実施例によるガスタービン発電システムの起動は次の手順に沿って行われる。①まず、V1、V2は開、V3は閉としておき、タービン軸と同軸連結された電動発電機Gを起動モーターとして用いてこれを起動する。②回転速度が上昇するにしたがって、吸気圧縮機C1の吸気量と出口圧力

が上昇する。③吸気圧縮機の出口圧力が所望の値に達したところで、燃焼器CCに燃料を投入し着火する。④燃料を徐々に増量してゆき、定格回転数に達するまで、燃料を増やす。⑤その後、徐々にV1を閉じてゆくと復圧圧縮機(C2)入口C8の圧力が徐々に負圧になることによってタービン-圧縮機系が機械的出力を生ずることにより、電動発電機がモーターから発電機へと移行してゆく。⑥その後は投入燃料量に応じて出力が増加する。すなわち単純サイクルガスタービンとして作動する。⑦⑥の操作と平行してあるいは、その後の適切な時点において、V2を徐々に閉じると同時にV3を徐々に開いてゆくと、再生器Rに圧縮空気が通過するようになり、単純サイクルでの運転から正規の再生サイクルによる運転状態に近づき、V2が全閉、V3が全開となると定常時と同様の運転状態が得られる。なお、弁V2を閉じると同時にV3を開き始めて行く適切な時点は、タービン-圧縮機系が定格回転数に達するか、あるいは再生器の平均温度がC2の温度と略同一になった時点であることが好ましい。

【0030】実施例2

第2実施形態の起動方法

図15及び図16は、上述した第2実施形態による本発明のガスタービン発電システムを起動するための一構成例を示している。これらはそれぞれ、図9に示すガスタービン発電システムの起動に用いる為の弁等を適宜追加して描き示したものである。

【0031】実施例2-1

図15に示す本実施例は、起動用の構成要素として、図9に示すガスタービン発電システムにガス冷却器GCと復圧圧縮機(C2)入口をつなぐガス用配管の中間に外気を直接吸入し得るよう補助吸気弁V1を設置するとともに、燃料電池FCをバイパスするように再生器(R)出口と燃焼器(CC)入口との間に空気配管BP2を設け、その間に流量調整弁V4を設けたものである。さらに、空気配管BP2が分岐した後空気予熱器(AH)入口に至るまでの配管M2に流量調整弁V5を設置したものである。起動開始時点において、各弁は図中に白抜きで示したものは開放されており(V1、V4)、反対に黒く塗りつぶしたものは閉鎖されている(V5)。まずはじめに、ガスタービン機関自体の起動手順の一例を説明する。①まず、V1、V4を開、V5を閉としておき、タービン軸と同軸連結された電動発電機Gを起動モーターとして用いてこれを起動する。②回転速度が上昇するにしたがって、吸気圧縮機(C1)の吸気量と出口圧力が上昇する。③吸気圧縮機の出口圧力が所望の値に達したところで、燃焼器CCに燃料F3を投入し着火する。④燃料を徐々に増量してゆき、定格回転数に達するまで、燃料を増やす。⑤その後、徐々にV1を閉じてゆくと復圧圧縮機(C2)入口の圧力が徐々に負圧になることによってタービン-圧縮機系が機械的出力を生ずることにより、電動発電機がモーターから発電機へと移行してゆく。⑥この状態でさらに燃料を投入すると投入燃料量に

応じて出力が増加し、最終的には定格運転の状態が得られる。次に、燃料電池の暖機、運転手順の一例について説明する。ガスタービンが単独運転の状態に入った後、①V4を徐々に閉じると同時にV5を徐々に開いて行くと燃料電池側に圧縮空気d3が通過するようになる。この状態で必要に応じて空気予熱用燃料F1を投入して暖機運転を行うことができる。②ついで燃料電池用燃料F2を投入することによって、定常時に相当する運転状態が得られる。この場合、燃焼器CCに投入された燃料F3はガスタービン入口温度が過大にならないよう、必要に応じて徐々に減らして行けば良い。この実施例によれば、弁数が少なく制御系も簡単なガスタービンの起動システムを構成できるので、急速起動を必要としない場合には効果的である。またガスタービン単独運転時においても高い発電効率を維持できると共に、ガスタービン単独運転中に必要に応じて燃料電池を暖機・起動し、ガスタービンと燃料電池とのバイブリッド運転を実現することが可能となる。

【0032】実施例2-2

次の図16に示した実施例によれば、先に示した実施例2-1よりガスタービンの短時間起動を実現することが可能となる。すなわち本実施例の構成によれば起動時には作動ガスは熱容量の大きい再生器をバイパスして行くので起動時間を短縮できる。本実施例においては、ガスタービン起動用に追加された構成要素は弁V1、V2、V4及びV5、並びにバイパス配管BP1及びBP2からなり、補助吸気弁V1は上記各実施例と同様の位置に設けられ、流量調節弁V5は、再生器(R)出口-空気予熱器(AH)入口間に設けられる。またバイパス配管BP1が空気圧縮機(C1)出口と燃焼器(CC)入口とを直結するように設けられ、その間に流量調節弁V2が配置されるほか、さらなるバイパス配管BP2が再生器(R)出口-流量調節弁(V5)入口間と、燃料電池(FC)出口-燃焼器(CC)入口間とを直結するように設けられ、その途中に流量調節弁V4が配置される。起動開始時点において、各弁は図中に白抜きで示したものは開放されており(V1、V2)、反対に黒く塗りつぶしたものは閉鎖されている(V4、V5)。ガスタービン機関、及び燃料電池の起動の手順は以下の通りであって、まずガスタービン機関を起動した後、燃料電池を起動する。ガスタービン機関自体の起動は、①まず、V1、V2を開、V4、V5を閉としておき、タービン軸と同軸連結された電動発電機Gを起動モーターとして用いてこれを起動する。②回転速度が上昇するにしたがって、吸気圧縮機C1の吸気量と出口圧力が上昇する。③吸気圧縮機の出口圧力が所望の値に達したところで、燃焼器CCに燃料F3を投入し着火する。④燃料を徐々に増量してゆき、定格回転数に達するまで、燃料を増やす。⑤その後、徐々にV1を閉じてゆくと復圧圧縮機(C2)入口の圧力が徐々に負圧になることによってタービン-圧縮機系が機械的出力を生ずることにより、電動発電機がモーターから発電機へと移行して

ゆく。⑥その後、徐々にV2を閉じてV4を開いてゆくと圧縮空気d2は再生器Rを通過するようになり、熱効率は一昇する。⑦ガスタービンは投入燃料量に応じて出力が増加し、最終的に定格運転の状態に到達する。これがガスタービンの単独運転である。引き続き燃料電池の暖機を行い、その起動・運転を行うが、その手順を以下に説明する。ガスタービンが単独運転の状態に入った後、①V4を徐々に閉じると同時にV5を徐々に開いてゆくと燃料電池(FC)側に圧縮空気d3が通過するようになる。②この状態で必要に応じて空気予熱用燃料F1および燃料電池用燃料F2を投入することにより、定常時に相当する運転状態が得られる。この場合、燃焼器CCに投入された燃料F3はタービン入口温度が過大にならないよう、必要に応じて徐々に減らして行けば良い。

【0033】実施例3

第3実施形態の起動方法

また、第3実施形態に対応した本発明のガスタービン発電システムについても、以下にその起動手順を説明する。図17は図11にガスタービン起動用の構成要素を追加した構成略図である。本実施例によれば早期起動が実現できるほか、ガスタービン単独でも、さらに燃料電池を併せ用いた場合でも再生サイクルを用いて運転可能なガスタービン発電システムを提供できる。本実施例においては、ガスタービン起動用に追加された構成要素は弁V1、V3、V5、V6及びV7、補助燃焼器B、並びにバイパス配管BP3及びBP4からなり、補助吸気弁V1は上記各実施例と同様の位置に設けられ、流量調節弁V5は、再生器(R)出口-空気予熱器(AH)入口間の中間に設けられる。またバイパス配管BP3が吸気圧縮機(C1)出口-再生器(R)入口間と、燃料電池(FC)出口-タービン(C1)入口間とを直結するように設けられ、その中間に上流側から流量調節弁V6及び補助燃焼器Bが順に配置されるほか、吸気圧縮機(C1)出口と再生器(R)入口をつなぐ空気配管の中間でかつ上記バイパス配管BP3が分岐した後流側に流量調節弁V3が配置される。さらに流量調節弁(V6)出口-補助燃焼器(B)入口間と、再生器(R)出口-流量調節弁(V5)入口間とを直結するバイパス配管BP4が設けられ、その中間に流量調節弁V7が設けられる。起動開始時点において、各弁は図中に白抜きで示したものは開放されており(V1、V6)、反対に黒く塗りつぶしたものは閉鎖されている(V3、V5、V7)。ガスタービン機関の起動は、①まず、V1、V6は開、V3、V5、V7は閉としておき、タービン軸と同軸連結された電動発電機Gを起動モーターとして用いてこれを起動する。②回転速度が上昇するにしたがって、吸気圧縮機C1の吸気量と出口圧力が上昇する。③吸気圧縮機の出口圧力が所望の値に達したところで、補助燃焼器Bに燃料F4を投入し着火する。④燃料を徐々に増量してゆき、定格回転数に達するまで、燃料を増やす。⑤その後、徐々にV1を閉じてゆくと復圧圧縮機(C2)入口の圧力が徐々に負圧になることによってタービン-圧縮

機系が機械的出力を生ずることにより、電動発電機がモーターから発電機へと移行してゆく。この状態でさらに燃料を投入すると、投入燃料量に応じて出力が増加する。⑥ここで補助燃焼器Bへの燃料投入に加えてさらに再生器RHへ燃料を投入することで所望の発電量を得ることができる。⑦その後、V6を徐々に閉じると同時にV3、V7を徐々に開いてゆくと、再生器R側に空気が流れてゆき、V6が全閉、V3、V7が全開になると、再熱再生型ガスタービンサイクルが形成され、このままガスタービン単独で運転可能な状態となる。以下の燃料電池の暖機・起動についても上記各実施例と同様であって、ガスタービンが単独運転の状態に入った後、①V7を徐々に閉じると同時にV5を徐々に開いて行くと燃料電池の空気極Ca側に再生器Rを出た予熱空気e3が通過するようになる。このとき必要に応じて燃料極An側に燃料電池用燃料F2を供給することによって定常時と同様の運転状態に達することができる。また再生器RHに投入された燃料F3はタービン入口温度が過大にならないよう必要に応じて徐々に減らして行けば良い。

【0034】実施例4

補機・付帯設備

以下に、凝縮水の収集・排除設備について例を示して説明する。図18はガスタービン発電システムにおいて生ずる凝縮水の収集・排除設備の好適な一例を示したものである。ガスタービンサイクルにおける作動ガス中には、吸気に含まれる水分、燃料中の炭化水素と酸素との燃焼反応によって生じる水分が含まれる。それが低圧下でガス冷却器を通過して、低温・低圧状態になると凝縮水として現れて、いわゆる2相流状態になる可能性がある。この状態で復圧圧縮機に入ると圧縮機性能が低下するだけでなく、配管の腐食や羽根車のエロージョンが発生する可能性がある。この危険を避けるためにガス中の凝縮水を的確に除去する必要がある。そこで、この凝縮水の除去手段として次のようなものが考えられる。

1) まず第1の手段は、ガス冷却器GCと復圧圧縮機(C2)入口をつなぐ配管の最も低い位置にドレン溜りを設けて、ここに溜まったドレンを小型の排水ポンプによって外部に排出する手段である。

2) また第2の手段は、ガス冷却器GCと復圧圧縮機(C2)入口をつなぐ配管の途中に汽水分離器を設置して、ガス中の水分を分離する手段である。図18はこの手段を用いた凝縮水除去設備の一例を示したものである。汽水分離器としては、①導き板などによる気流の方向転換、②遠心力作用、または、③邪魔板への衝撃作用を利用するもの等を使用し得る。

3) 更に第3の手段として、ガス冷却器GC出口-復圧圧縮機(C2)入口の間を繋ぐ配管の一部分を拡大配管として気流の速度を下げ、その部分に波板の邪魔板や金網のスクラバーを設けてガス中の水分を分離する手段を用いても良い。

上記いずれの手段によってもドレン水の除去は可能であるほか、これらを組み合わせた場合であっても同様である。また、上記手段によって捕集されたドレン水のドレン溜りからの排水手段としては、①小型の排水ポンプのほか、②蒸気が使え場合には、蒸気駆動のエジェクターを使用すればよい。特に、メタン燃料を改質する場合には蒸気を必要とするので、そこから分岐して利用することが合理的である。③また圧縮空気駆動のエジェクターを使用する方法も可能である。圧縮空気は吸気圧縮機の出口空気の一部を利用すれば、特別な付属設備が不要となる利点がある。

【0035】実施例5

本発明の簡易・経済的实施形態

上記第1実施形態乃至第3実施形態とは別の構成例として、第2の熱サイクル機構を構成する過膨張タービンT2と復圧圧縮機C2を、システム本体から切り離して本発明のガスタービン発電システムを構成することも可能である。図19及び図20にその一例を示す。図19は過膨張タービンと復圧圧縮機を分離した本発明のガスタービン発電システム、また図20はこれに燃料電池を併せ用いたガスタービン発電システムを示している。この第2の熱サイクル機構（過膨張タービンT2と復圧圧縮機C2との組み合わせ）は、汎用の過給機をそのまま利用することによって代用でき、過給機は自動車エンジンや船舶用エンジンのターボチャージャーとして用いられているものを使用し得る。その場合、図19及び図20において破線で囲んだ部分が過給機に置き換えられる。こうすれば、通常の再生式マイクロガスタービンと汎用過給機とを組み合わせることで本発明のガスタービン発電システムを構成することができるため、簡易に構成可能でありながら、従来よりエネルギー利用効率を高めた経済的なシステムとすることができる。さらに過給機部分は発電機が接続される軸と別軸にできるので、過給機を最も効率良い回転数近傍で常時駆動することも可能となる。そのほか、第3実施形態の様に、膨張タービンT1と過膨張タービンT2の間に再燃器を入れてさらにエネルギー利用効率を高めることができる。また、過給機(T2とC2)の部分を切り離し、図中のX点とY点との間を適宜バイパス配管BP5でつないで膨張タービンT1の出口を再生器Rのガス側入口に繋ぎ、再生器Rのガス側出口からの排気c7又はd9を破線で示したようにそのまま大気中に放出すれば、従来の再生式ガスタービンサイクルが形成されるので、例えば、冬季や寒冷地などのように排熱利用の需要が大きい場合には運転状況の切り替えによって随時対応でき、有用である。

【0036】実施例6

機械駆動用動力源としての実施例

本発明のガスタービンシステムは熱効率がよく、従来のガスタービンシステムよりも軸駆動力を多く取り出せるので動力システムとしても有用である。従って発電機に

代え、また発電機と共に、出力タービンの軸端にプロペラ等の回転機械負荷を接続することにより、本発明のガスタービンシステムを発電用途以外、例えば機械駆動用動力源として使用することが可能である。特に、船舶の駆動動力源及び電源として、また排水ポンプの原動機としての使用が適当であると考えられる。さらに図21に例示するように、吸気圧縮機C1と膨張タービンT1及び復圧圧縮機C2を一本の第1の駆動軸に繋いでガス発生器とし、他方、過膨張タービンT2を第1の駆動軸とは別の第2の駆動軸に繋いだ出力タービンとして構成することで、本発明のガスタービンシステムをいわゆる二軸式ガスタービンとすることも可能である。このように構成すれば第2の駆動軸は第1の駆動軸の回転数に支配されず、第2の駆動軸に接続される回転機械負荷を所望の回転数で駆動できる。

【0037】実施例7

燃料電池の別の適用例

本発明のガスタービン発電システムにおいてガスタービン機関と併せ用いている燃料電池については、上述の例では高圧・高温度を利用し得る点から加圧型燃料電池を挙げて説明を行ったが、本発明においては次に述べるような形態で常圧型燃料電池を適用することも可能である。図22に本発明のガスタービンサイクルと常圧型燃料電池とを併せ用いたガスタービン発電システムの好適な実施例を示す。常圧型燃料電池は略大気圧の常圧近傍で作動するので、本発明のガスタービン発電システムにおいて適用する場合には、膨張タービンT1を出た排気c7が略大気圧である点を考慮すれば膨張タービンT1と過膨張タービンT2との中間に配置可能である。本発明のガスタービン発電システムにこの常圧型燃料電池を併せ用いた場合、ガスタービンの単独運転から燃料電池とガスタービンとの併用運転への移行が常圧のガスを取り扱うことによって行われるため安全、かつ、容易に実行できる点で有利である。すなわち、ガスタービンの単独運転時にはV8を開くと共にV9を閉じて運転すればよい。他方、燃料電池とガスタービンとの併用運転時にはV9を開くと共にV8を閉じて運転すればよい。また、ガスタービンの単独運転から燃料電池とガスタービンとの併用運転への移行時には、V8、V9の開度を適当に調整することで燃料電池側に行くガス量を調節できるので、移行時初期の燃料電池の暖機運転から、定常状態における定格出力での運転、さらには両者の負荷調整を容易に行うことが可能である。なお、燃料電池出口後の未燃燃料を完全燃焼させるために、要すれば過膨張タービンT2の前に再燃器を設置する。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のガスタービン発電システムによれば、従来のガスタービン発電システムと比較した場合、与える熱量・燃料量は同一であっても、仕事に変換されることなく外部に放出される熱

量が低減されるため、結果としてガスタービン機関の燃費が向上すると同時に、電気出力をより多く取り出すことができるという顕著な効果が得られることとなり、特に発電原価の削減に大いに寄与するものとなる。特に小型分散型エネルギーシステムを構築するに当たっては最も効果的である。さらに二酸化炭素排出量の低減にも結果として寄与することが可能であることも上記より明らかである。また本発明のガスタービンシステムは発電用途以外にも活用し得るものであり、ガスタービン動力システムとして高い熱効率と大きな軸駆動力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 従来例を示す構成略図である。
- 【図2】 従来例を示すT-S線図である。
- 【図3】 別の従来例を示す構成略図である。
- 【図4】 別の従来例を示すT-S線図である。
- 【図5】 本発明の第1実施形態を示す構成略図である。
- 【図6】 本発明の第1実施形態を示すT-S線図である。
- 【図7】 発電効率を比較したグラフである。
- 【図8】 比出力を比較したグラフである。
- 【図9】 本発明の第2実施形態を示す構成略図である。
- 【図10】 本発明の第2実施形態を示すT-S線図である。
- 【図11】 本発明の第3実施形態を示す構成略図である。
- 【図12】 本発明の第3実施形態を示すT-S線図である。
- 【図13】 起動用構成要素を組み込んだ一実施例を示す図である。
- 【図14】 起動用構成要素を組み込んだ一実施例を示す図である。
- 【図15】 起動用構成要素を組み込んだ一実施例を示す図である。
- 【図16】 起動用構成要素を組み込んだ一実施例を示す図である。
- 【図17】 起動用構成要素を組み込んだ一実施例を示す図である。
- 【図18】 凝集水の排除手段の一例を示した図である。
- 【図19】 過膨張タービンと復圧圧縮機を分離したガスタービンシステムを示す図である。
- 【図20】 過膨張タービンと復圧圧縮機を分離した燃料電池とガスタービンとのハイブリッド発電システムを示す図である。
- 【図21】 本発明を二軸式ガスタービンシステムとして構成した一例を示す図である。
- 【図22】 常圧型燃料電池を組み込んだ一実施例を示す図である。

す図である。

【符号の説明】

- A 吸気
- An 燃料極
- AH 空気予熱器
- BP1 バイパス配管
- BP2 バイパス配管
- BP3 バイパス配管
- BP4 バイパス配管
- BP5 バイパス配管
- C1 吸気圧縮機
- C2 復圧圧縮機
- Ca 空気極
- CC 燃焼器
- F 燃料
- F1 燃料
- F2 燃料電池用燃料
- F3 燃料
- F4 燃料
- FC 燃料電池
- G 電動発電機
- GC ガス冷却器
- H 燃料予熱器
- M 電動機
- M1 主配管
- M2 主配管
- R 再生器
- T1 膨張タービン
- T2 過膨張タービン
- V1 補助吸気弁
- V2 流量調節弁
- V3 流量調節弁
- V4 流量調節弁
- V5 流量調節弁
- V6 流量調節弁
- V7 流量調節弁
- V8 流量調節弁
- V9 流量調節弁
- a1 圧縮機入口
- a2 圧縮機出口
- a3 再生器出口(空気側)
- a4 燃焼器出口
- a5 膨張タービン出口
- a6 再生器出口(ガス側)
- b1 圧縮機入口
- b2 圧縮機出口
- b3 再生器出口(空気側)
- b4 空気予熱器出口
- b5 燃料電池出口
- b6 燃焼器出口

b7 膨張タービン出口
 b8 再生器出口(ガス側)
 c1 圧縮機入口
 c2 圧縮機出口
 c3 再生器出口(空気側)
 c4 燃焼器出口
 c5 膨張タービン出口
 c6 過膨張タービン出口
 c7 再生器出口(ガス側)
 c8 ガス冷却器出口
 c9 復圧圧縮機出口
 d1 圧縮機入口
 d2 圧縮機出口
 d3 再生器出口(空気側)
 d4 空気予熱器出口
 d5 燃料電池出口
 d6 燃焼器出口
 d7 膨張タービン出口
 d8 過膨張タービン出口
 d9 再生器出口(ガス側)
 d10 復圧圧縮機入口
 d11 復圧圧縮機出口

e1 圧縮機入口
 e2 圧縮機出口
 e3 再生器出口(空気側)
 e4 空気予熱器出口
 e5 燃料電池出口
 e6 膨張タービン出口
 e7 再燃器出口
 e8 過膨張タービン出口
 e9 再生器出口(ガス側)
 e10 復圧圧縮機入口
 e11 復圧圧縮機出口

30 本発明のガスタービン発電システムによって得られる特性

31 従来のガスタービン発電システムによって得られる特性

32 汽水分離器

33 ドレン溜

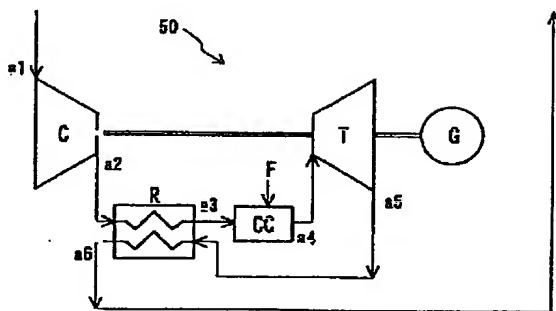
34 ポンプ

35 機械負荷

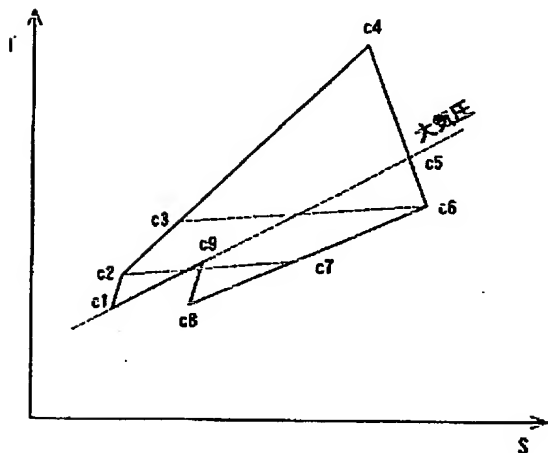
36 過給機

50 ガスタービン発電システム

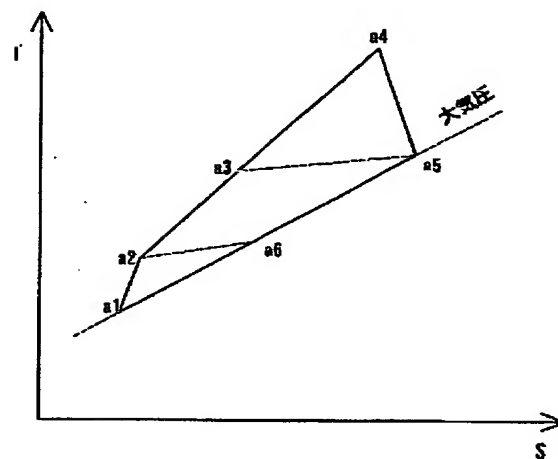
【図1】



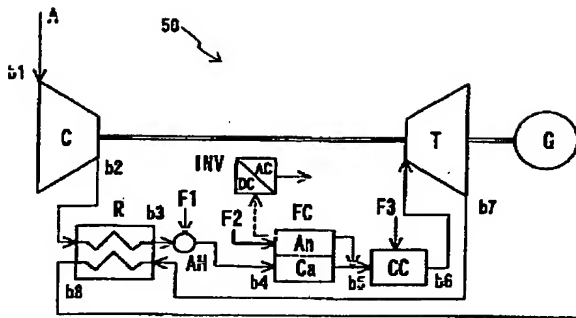
【図6】



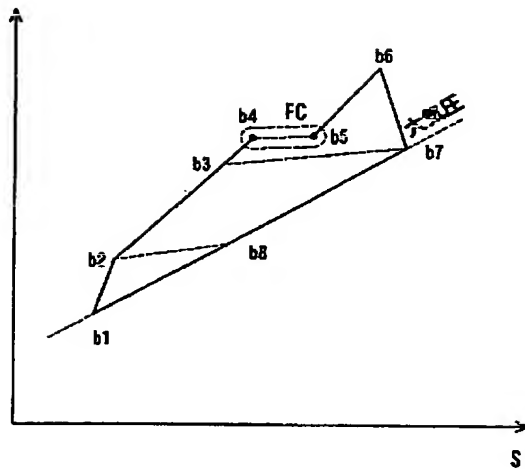
【図2】



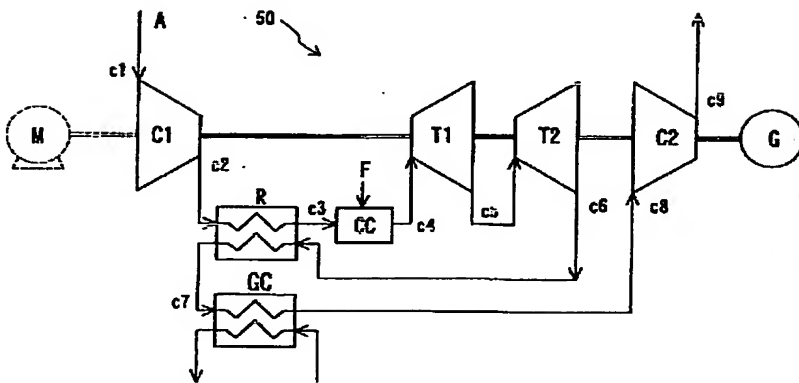
【図3】



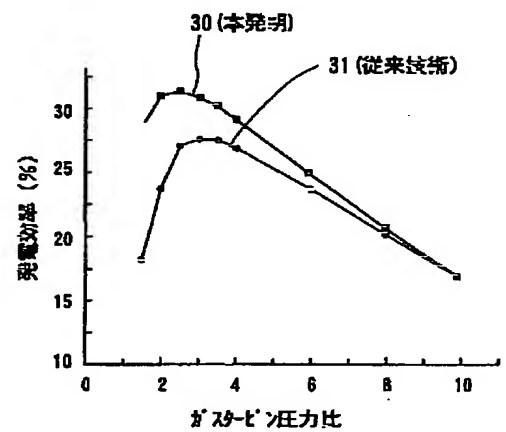
【図4】



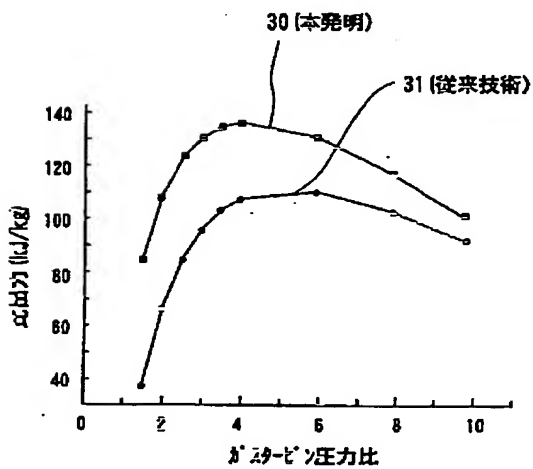
【図5】



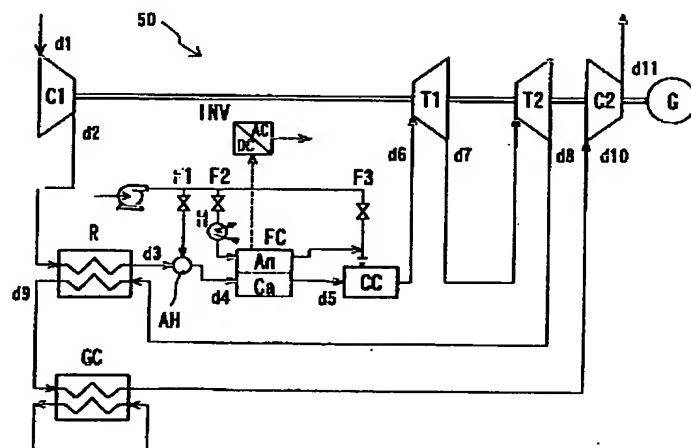
【図7】



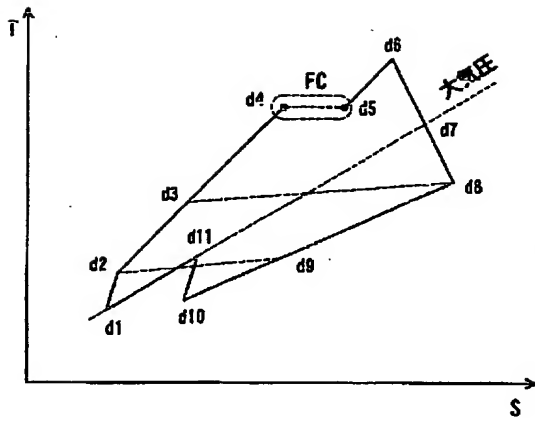
【図8】



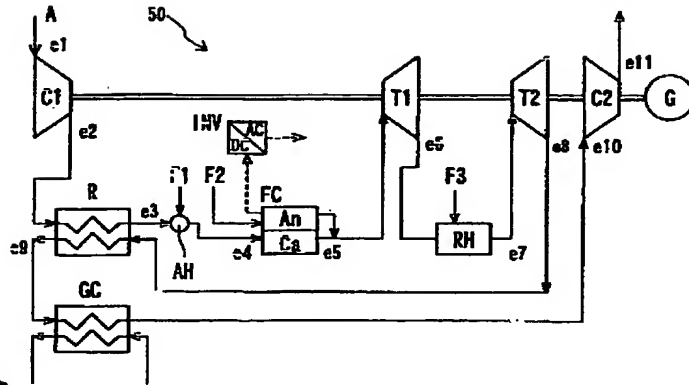
【図9】



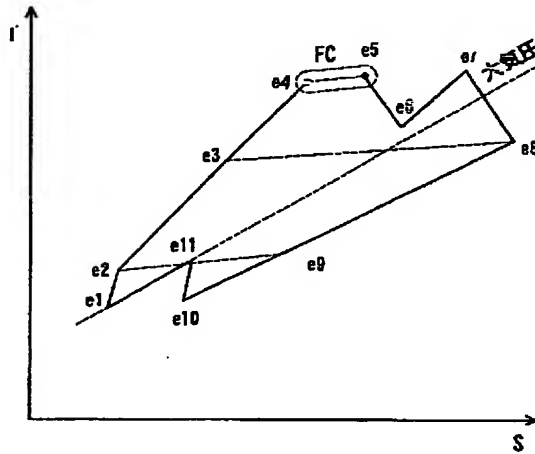
【図 10】



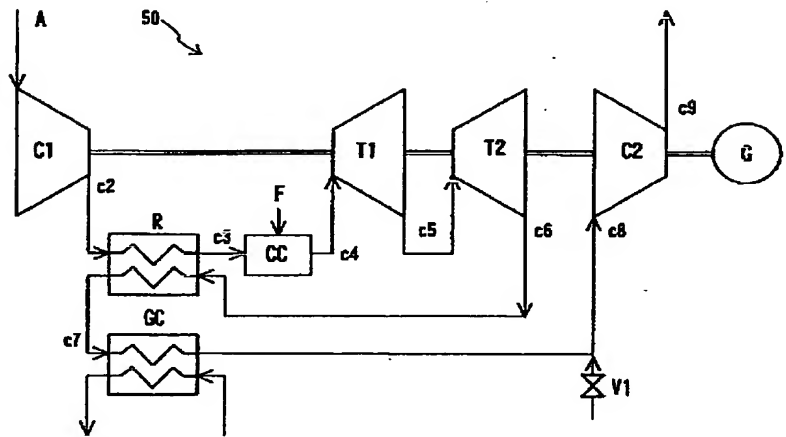
【図 11】



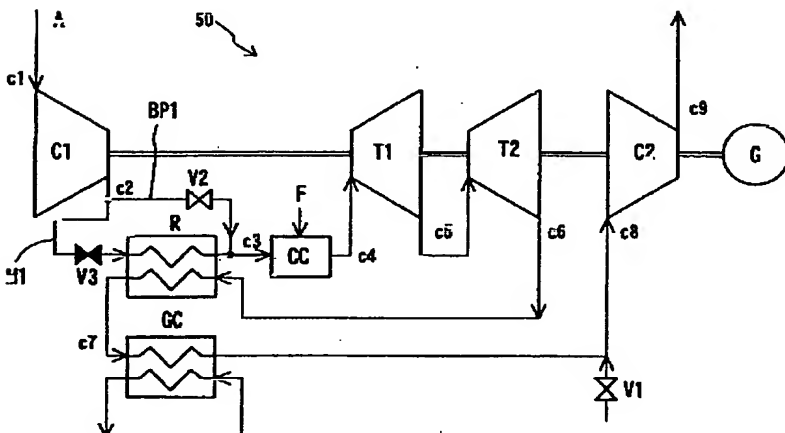
【図 12】



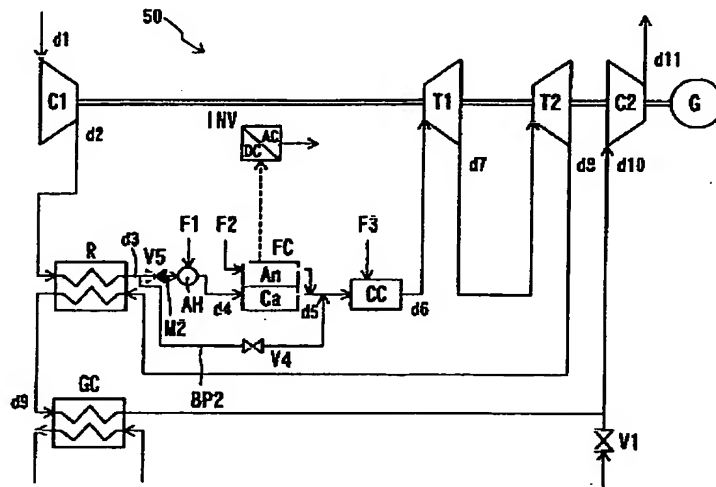
【図 13】



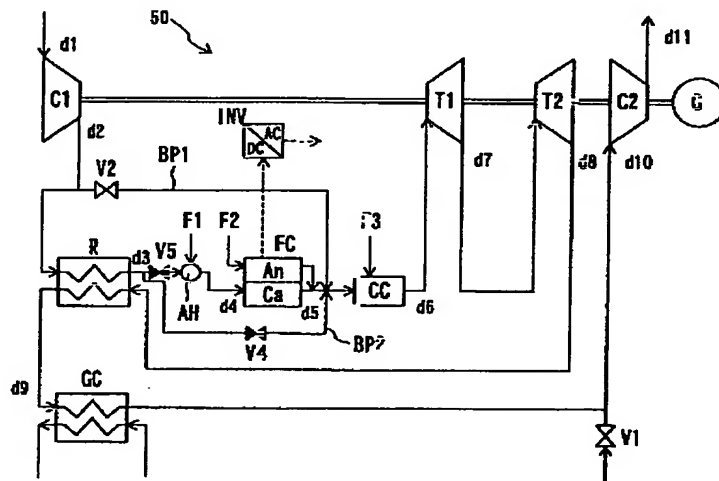
【図 14】



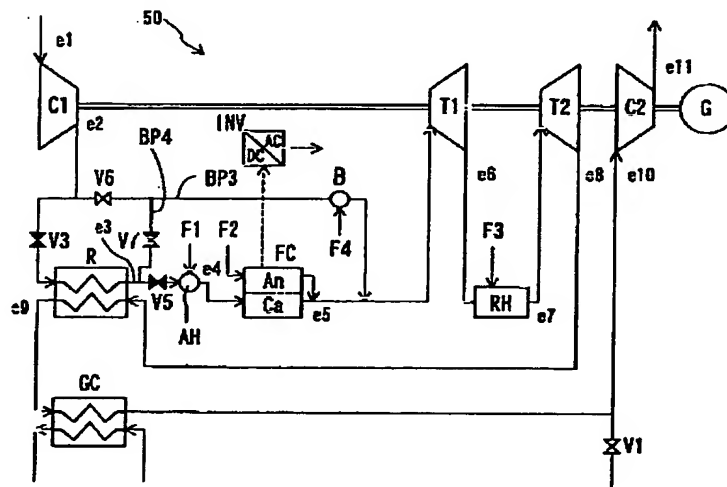
【図 15】



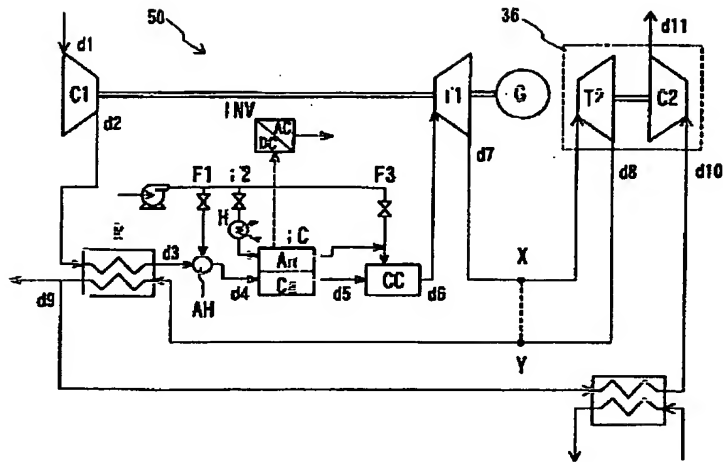
【図 16】



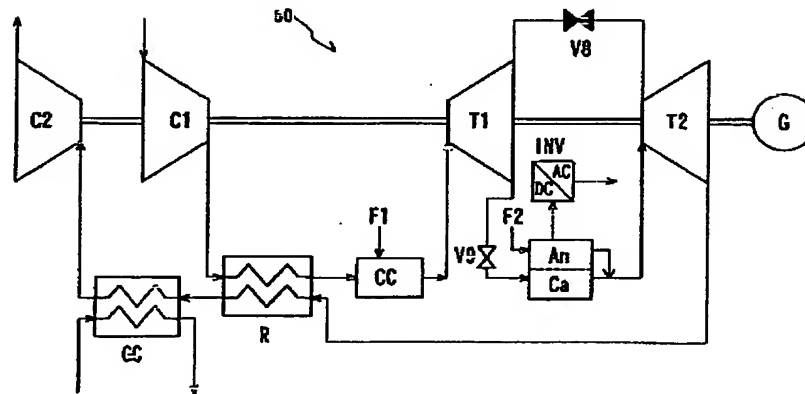
【図 17】



【図20】



【図22】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

F02C 7/08

9/00

H01M 8/00

識別記号

FI

F02C 7/08

9/00

H01M 8/00

(参考)

B

A

Z

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-319865

(43)Date of publication of application : 11.11.2003

(51)Int.Cl.

A47G 27/02
B32B 9/00
D05C 17/02
// A61L 9/22

(21)Application number : 2002-130352 (71)Applicant : SANKOO CARPET WORKS:KK

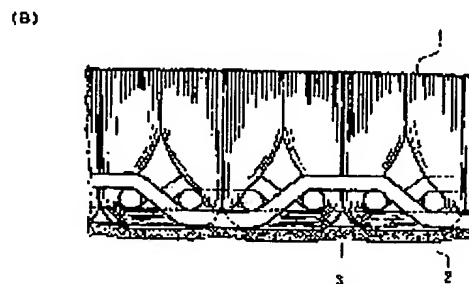
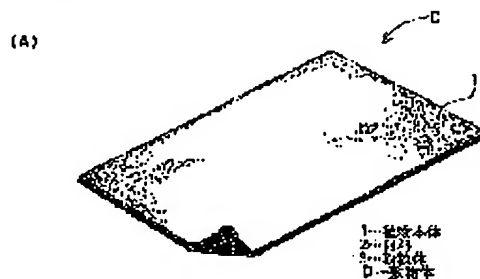
(22)Date of filing : 02.05.2002 (72)Inventor : YASUDA KOSAKU

(54).RUG BODY AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rug body generating negative ions all the time and a method for manufacturing it.

SOLUTION: Particle bodies 3 generating negative ions all the time are mixed in a material 2 forming a main body 1 of a rug.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A matting object making it come to mix a particulate matter which always generates an anion in material which forms a main part of matting.

[Claim 2]A matting object which adheres a particulate matter which always generates an anion to a main part of matting, and is characterized by things.

[Claim 3]A manufacturing method of a matting object characterized by back-processing a main part of matting using material in which a particulate matter which always generates an anion was made to mix.

[Claim 4]A manufacturing method of a matting object adhering a particulate matter which always generates an anion to a formed main part of matting.

[Claim 5]A manufacturing method of a matting object, wherein a particulate matter which always generates an anion pastes up a sheet body to which it adhered on a rear face of a formed main part of matting.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to a matting object and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]It comes to be known widely that there are an effect which purifies the pollutant in the atmosphere, an effect of making pneuma relaxing, an effect which improves a vital function, etc. in an anion in recent years, and the product which blended the tourmaline (tourmaline) made to generate an anion and a Bincho charcoal came to appear on the market in a commercial scene.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, the above-mentioned tourmaline and a Bincho charcoal from it having been what generates an anion when a fricative external stimulus is added. When mixed in the clothes which receive said external stimulus in comparison in many cases, the function to generate an anion was to be exhibited, but. Since an anion hardly occurred even if it is comparatively rare to receive said external stimulus and it blends tourmaline and a Bincho charcoal with these, realization of the matting object provided with the function to always generate an anion was difficult for matting objects, such as a carpet and a mat.

[0004]This invention was made with careful attention to the above-mentioned matter, and the purpose is to provide a matting object made to always generate an anion and a manufacturing method for the same.

[0005]

[Means for Solving the Problem]To achieve the above objects, a matting object of this invention makes it come to mix a particulate matter which always generates an anion in material which forms a main part of matting (claim 1).

[0006]It is [it adheres a particulate matter which always generates an anion to a main part of matting] good also ***** (claim 2).

[0007]A manufacturing method of a matting object of this invention back-processes a main part of matting using material in which a particulate matter which always generates an anion was made to mix (claim 3).

[0008]It is good though a particulate matter which always generates an anion is adhered to a formed main part of matting (claim 4).

[0009]It is good though a particulate matter which always generates an anion pastes up a sheet body to which it adhered on a rear face of a formed main part of matting (claim 5).

[0010]In this invention which consists of the above-mentioned composition, it becomes possible to provide a matting object made to always generate an anion and a manufacturing method for the same.

[0011]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the example corresponding to this invention is described, referring to a figure. The perspective view showing roughly the composition of the matting object D manufactured by the manufacturing method of the matting object which drawing 1 (A) requires for the first example of this invention, and drawing 1 (B) are the enlarged vertical longitudinal sectional views showing roughly the composition of the important section of said matting object D. The matting object D makes it come to mix the particulate matter 3 which makes the material 2 which forms the main part 1 of matting always generate an anion.

[0012]Said main parts 1 of matting are a carpet, a mat, etc., for example.

[0013]Back processing performed to the rear face (undersurface) of the main part 1 of matting in order that said material 2 may take out the waist of said main part 1 of matting or may prevent the slide of the main part 1 of matting, for example (it and) [laver-] It is the material used for nonslip processing etc., and is a synthetic rubber etc. which combine various substances, such as latex, EVA (ethylene vinyl acetate), etc. which use SBR (S: styrene, B:butadiene, R:rubber), an acrylic resin, etc.

[0014]Said particulate matter 3 is a particulate matter called the cosmos power energy (CPE) which always generates an anion stably at ordinary temperature, even if a "natural-power-sources application-study center" (Ichinomiya-shi, Aichi, Director Toshiyuki Sasaki), for example, does not give the external stimulus which succeeded in development. Said CPE grinds finely what blended six kinds of natural ores, such as a granite, a flash rock, etc. containing a rare earth element, to an average of 2.5 microns.

[0015]Manufacture of the matting object D which consists of the above-mentioned composition can be performed to said main part 1 of matting by performing back processing using the material 2 which mixed the particulate matter 3. Said reverse side processing is sprayed and is performed by forming the layer of said material 2 in the rear face of the main part 1 of matting by spreading, hot melt (thermal melting arrival), attachment, etc., for example.

[0016]In the matting object D which consists of the above-mentioned composition, since the particulate matter 3 which makes said material 2 always generate an anion is mixed, even if

it does not give an external stimulus like the conventional product using tourmaline or a Bincho charcoal, it becomes possible to always generate an anion. Since the manufacturing method of the matting object of this example is a method for manufacturing the above-mentioned matting object D, it can acquire the effect acquired with the matting object D, and the same effect.

[0017]The perspective view showing roughly the composition of matting object D_2 manufactured by the manufacturing method of the matting object which drawing 2 (A) requires for the second example of this invention, and drawing 2 (B) are the enlarged vertical longitudinal sectional views showing roughly the composition of the important section of said matting object D_2 . About the member of the same structure as what was shown in the first example of the above, the same numerals are attached and the explanation is omitted. Said matting object D_2 adheres the particulate matter 3 which always generates an anion to said main part 1 of matting.

[0018]adhesion of said particulate matter 3 is performed by spraying, spreading, etc., for example -- the adhesion part -- the surface of the main part 1 of matting -- or a rear face -- good -- it may carry out and they may be rear surface both sides.

[0019]The manufacturing method of the matting object of the second example is a method for manufacturing the above-mentioned matting object D_2 , and adheres the particulate matter 3 which always generates an anion to said formed main part 1 of matting.

[0020]Also with the manufacturing method of matting object D_2 which consists of the above-mentioned composition, and a matting object, the same effect as the manufacturing method of the matting object D of the first example of the above and a matting object can be acquired.

[0021]The perspective view showing roughly the composition of matting object D_3 manufactured by the manufacturing method of the matting object which drawing 3 (A) requires for the third example of this invention, and drawing 3 (B) are the enlarged vertical longitudinal sectional views showing roughly the composition of the important section of said matting object D_3 . About the member of the same structure as what was shown in the above-mentioned first and the second example, the same numerals are attached and the explanation is omitted. Said matting object D_3 pastes up the sheet body 4 which adhered to the particulate matter 3 which always generates an anion on the rear face of the formed main part 1 of matting.

[0022]Said sheet body 4 is formed using the above-mentioned material 2 and the same material, for example, and adhesion of the particulate matter 3 to said sheet body 4 is performed by spraying, spreading, etc., for example.

[0023]Adhesion of the sheet body 4 to the rear face of said main part 1 of matting is performed by adhesion by adhesives, and hot melt (thermal melting arrival), for example.

[0024]The manufacturing method of the matting object of the third example is a method for manufacturing the above-mentioned matting object D_3 , and the sheet body 4 which adhered to the particulate matter 3 which always generates an anion is pasted up on the rear face of the formed main part 1 of matting.

[0025]Also with the manufacturing method of matting object D_3 which consists of the above-mentioned composition, and a matting object, the same effect as the manufacturing method of the matting object D of the above-mentioned first and the second example, D_2 , and a matting object can be acquired.

[0026]Although said particulate matter 3 may be mixed in the adhesives etc. which are used in order to paste up the sheet body 4 on the main part 1 of matting and the particulate matter 3 may be made to adhere to said sheet body 4 in this case, it is not necessary to make it adhere in the third example of the above.

[0027]

[Effect of the Invention]According to this invention which consists of the above-mentioned composition, it becomes possible to provide a matting object made to always generate an anion and a manufacturing method for the same.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The perspective view showing roughly the composition of the matting object manufactured by the manufacturing method of the matting object which (A) requires for the first example of this invention, and (B) are the enlarged vertical longitudinal sectional views showing the composition of the important section of said matting object roughly.

[Drawing 2] The perspective view showing roughly the composition of the matting object manufactured by the manufacturing method of the matting object which (A) requires for the second example of this invention, and (B) are the enlarged vertical longitudinal sectional views showing the composition of the important section of said matting object roughly.

[Drawing 3] The perspective view showing roughly the composition of the matting object manufactured by the manufacturing method of the matting object which (A) requires for the third example of this invention, and (B) are the enlarged vertical longitudinal sectional views showing the composition of the important section of said matting object roughly.

[Description of Notations]

1 [-- Matting object.] -- The main part of matting, 2 -- Material, 3 -- A particulate matter, D

[Translation done.]

* NOTICES *

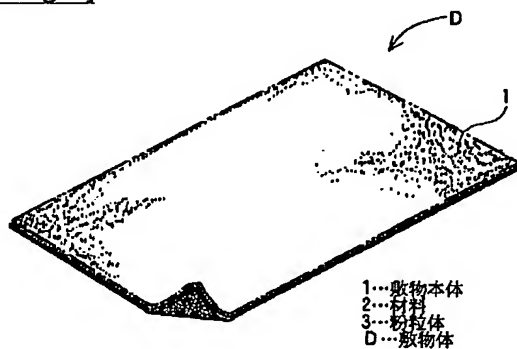
JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

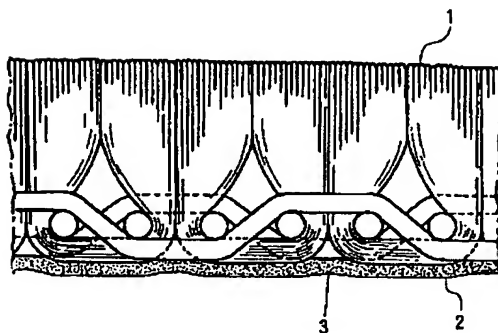
DRAWINGS

[Drawing 1]

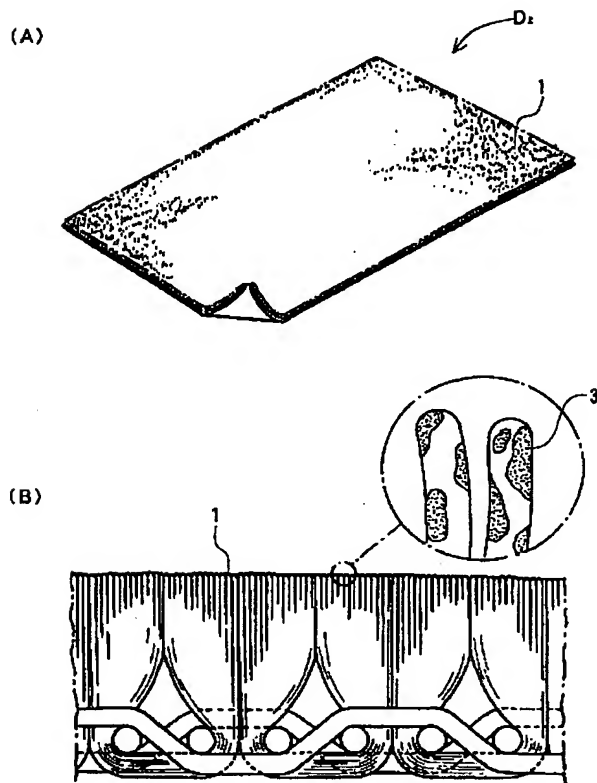
(A)



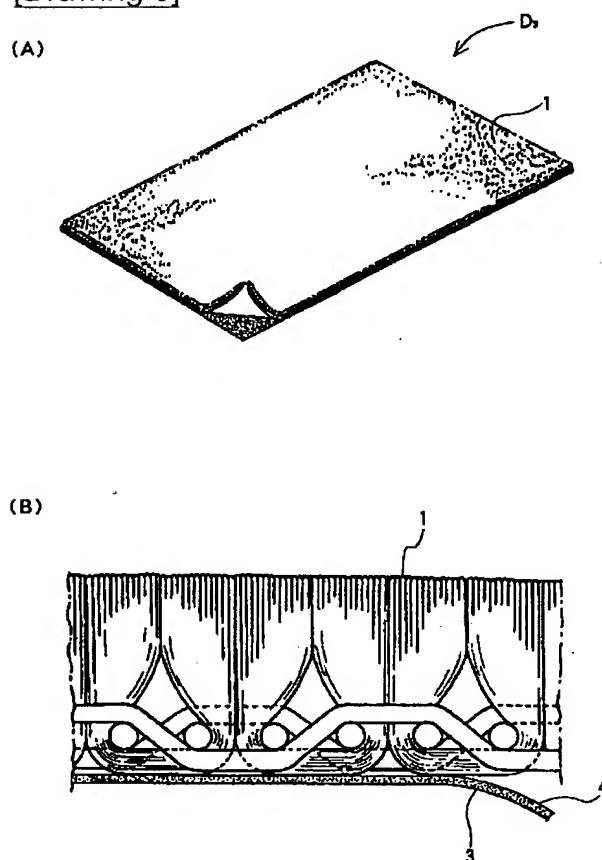
(B)



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]